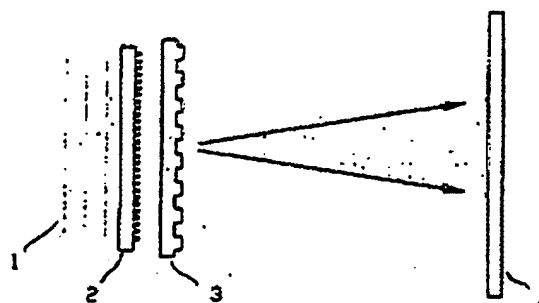


Polarisation establishment with respect to wavelength of source spectra

Patent number: DE19621512
Publication date: 1997-12-04
Inventor: HUEBNER HEIKE DIPL PHYS (DE); KLEY ERNST-
BERNHARD DR (DE); SCHNABEL BERND DIPL PHYS
(DE); ZEITNER UWE DETLEF DIPL PHYS (DE)
Applicant: UNIV SCHILLER JENA (DE)
Classification:
- **International:** G01J3/447; G01J4/00; G02B5/18; G02B5/30;
G02B27/28
- **European:** G02B5/30P; G01J3/447; G01J4/00
Application number: DE19961021512 19960529
Priority number(s): DE19961021512 19960529

Abstract of DE19621512

The method involves enabling a radiation (1) from the source to impinge on a micro-optically structured polarisation lattice (2). This may be a circular or may be a polygonal plate having a surface contour to suit the application. The polarised electromagnetic waves strike a diffraction grating (3) in which the dispersal occurs according to wavelength, and the intensity of the various spectra is registered by a CCD matrix camera.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 21 512 A 1

51 Int. Cl.⁸:
G 01 J 3/447
G 01 J 4/00
G 02 B 5/18
G 02 B 5/30
G 02 B 27/28

21 Aktenzeichen: 196 21 512.9
22 Anmeldetag: 29. 5. 96
43 Offenlegungstag: 4. 12. 97

DE 196 21 512 A 1

71 Anmelder:
Friedrich-Schiller-Universität Jena, 07743 Jena, DE

72 Erfinder:
Kley, Ernst-Bernhard, Dr., 07749 Jena, DE; Hübner,
Heike, Dipl.-Phys., 07747 Jena, DE; Schnabel, Bernd,
Dipl.-Phys., 07749 Jena, DE; Zeitner, Uwe Detlef,
Dipl.-Phys., 99423 Weimar, DE

56 Entgegenhaltungen:

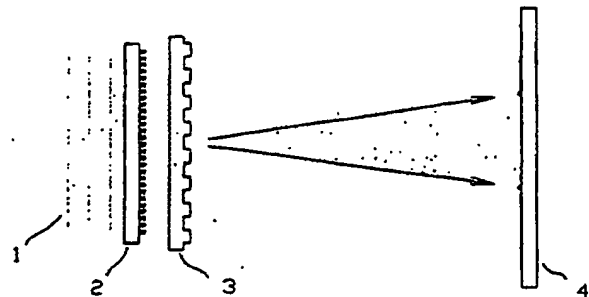
DE	35 23 641 C1
DE	37 07 984 A1
DE	35 19 764 A1
DE	32 12 809 A1
US	55 35 055 A
US	55 02 567 A
US	54 55 712 A

US 52 35 449 A
US 50 80 486 A
WO 96 12 941
B. Stenkamp et al, SPIE Vol. 2213, S. 288-296;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Anordnung zur Auswertung des wellenlängenabhängigen Polarisationszustandes einer Strahlung

57 Bei einem Verfahren und einer Anordnung zur Auswertung des wellenlängenabhängigen Polarisationszustandes einer Strahlung ist der vollständige und unverfälschte Polarisationszustand für unterschiedliche Wellenlängenbereiche mit geringem Aufwand und in kürzester Zeit zu ermitteln. Die Auswertung soll möglichst universell anwendbar sein, insbesondere auch bei mikrooptischen Systemen, und soll eine Momentanerkennung des Polarisationszustandes für die Wellenlängenbereiche ermöglichen.
Erfindungsgemäß wird die auszuwertende Strahlung (1) ortsabhängig sowohl durch ein Polarisationsgitter (2) mit vorzugsweise lithografisch hergestellte Mikrostrukturen unterschiedlicher Linienausrichtungen in mehreren Schwingungsrichtungen polarisiert als auch durch ein spektrales Ablenkgitter (3) wellenlängenabhängig aufgespalten. Die Intensität der lokal in Schwingungsrichtung und Farbablenkung beeinflussten Strahlung wird mit einem flächenhaft ortsaufgelösten Detektor (4) erfasst und ausgewertet.



DE 196 21 512 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10. 97 702 049/136

9/26

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Anordnung zur Auswertung des wellenlängenabhängigen Polarisationszustandes einer Strahlung. Der Polarisationszustand für verschiedene Wellenlängenbereiche des Lichtes ist in der Wissenschaft und Technik häufig von großer Bedeutung und muß durch geeignete Meßanordnungen oder -geräte ermittelt werden.

Es ist seit langem allgemein bekannt, die Schwingungsrichtung einer elektromagnetischen Welle (Licht) in einem sogenannten Polarimeter zu ermitteln, indem im Strahlengang ein drehbarer Analysator angeordnet wird. Dieser Analysator beeinflusst in Abhängigkeit der Schwingungsrichtung des Lichtes die Intensität der durchgelassenen Strahlung. Aus der Winkelstellung des Analysators, in der ein Intensitätsmaximum oder -minimum auftritt, läßt sich die Polarisationsrichtung des Lichtes ermitteln. Die Strahlungsintensität wird dabei durch einen Fotodetektor, z. B. eine Fotodiode, optoelektronisch ausgewertet.

Nachteilig ist, daß diese Polarimeter auf Grund der mechanisch bewegten Analysatoren relativ groß und langsam in der Auswertung sind. Der letztgenannte Nachteil fällt besonders ins Gewicht, wenn nicht nur die Intensitätsextremwerte, sondern auch eine Intensitätsverteilung des Polarisationszustandes ermittelt werden soll. In diesem Falle sind die Strahlungsintensitäten in mehreren bis vielen Winkelstellungen des Analysators zu messen und auszuwerten.

Moderne Meßgeräte zur Polarisationsanalyse (z. B. Ellipsometer) arbeiten automatisch und vor allem ohne manuelle Drehbewegung des Analysators. Dennoch arbeiten diese Polarimeter mit mechanisch bewegten Teilen. Darüber hinaus sind die Meßanordnungen groß und platzaufwendig, so daß ihr Einsatz insbesondere für mikrooptische Systeme begrenzt oder nicht möglich ist.

Es ist ferner ein Polarimeter ohne mechanisch bewegten Analysator bekannt (DE 3.523.641), bei dem ein Kunststoffkegel, dessen Oberfläche in einem günstigen Neigungswinkel zum einfallenden Licht steht, als Polarisator bzw. als Analysator wirkt.

Mit geeigneter Detektion des am Kegel abgelenkten Lichtes kann ohne mechanische Analysatorbewegung eine Polarisationsanalyse durchgeführt werden. Infolge der räumlichen Strahlablenkung am Kegel ist jedoch die Intensitätsauswertung der Strahlung aufwendig, da die Detektion um den Kegel herum erfolgen muß. Außerdem ist eine exakte Strahlpositionierung auf den Kegel erforderlich. Die Einsatzmöglichkeiten der Einrichtung für eine schnelle und vollständige Polarisationsanalyse sind deshalb ebenfalls eingeschränkt.

Für den Fall, daß die Polarisation einer Strahlung in einzelnen Wellenlängenbereichen der Strahlung zu ermittelt ist, sind die vorgenannten Messungen für jede Wellenlänge der Strahlung durchzuführen, indem die Strahlung vorher jeweils für den spezifischen Wellenlängenbereich separiert wurde.

Es ist seit langem bekannt (z. B. B. Stenkamp et al., Grid polarizer for the visible spectral region, SPIE Vol. 2213, 288—296, 1994), daß metallische Gitter, deren Periode etwa der Lichtwellenlänge entsprechen oder noch kleiner sind, polarisierende Eigenschaften besitzen. Benutzt man ein entsprechendes aus geraden, metallischen Stäben bestehendes Gitter, treten nach Durchgang des Lichtes keine Beugungsordnungen außer der sogenannten nullten Beugungsordnung auf. Im Idealfall enthält diese nur noch die quer zu den Gitterstäben schwingen-

de Komponente des elektrischen Feldes. Die andere Polarisationskomponente wird durch das Gitter absorbiert. Bei realen Gittern tritt unter Umständen keine vollständige Absorption auf, wodurch die transmittierten und reflektierten Komponenten nicht ideal polarisiert sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, den möglichst vollständigen und unverfälschten Polarisationszustand einer Strahlung für unterschiedliche Wellenlängenbereiche mit geringem Aufwand und in kürzester Zeit zu ermitteln.

Die Auswertung soll möglichst universell anwendbar sein, insbesondere auch bei mikrooptischen Systemen, und soll eine Momentanerkennung des Polarisationszustandes für die Wellenlängenbereiche ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Strahlung ortsabhängig sowohl durch ein optisches Gitter mit vorzugsweise lithografisch hergestellten Mikrostrukturen unterschiedlicher Linienausrichtung in mehreren Schwingungsrichtungen mikrooptisch polarisiert als auch durch ein diffraktives Ablenksgitter in unterschiedliche Wellenlängen aufgespalten wird und daß die Intensität der in Polarisation und Wellenlänge beeinflussten Strahlung durch einen flächenhaft orts aufgelösten Detektor erfaßt und ausgewertet wird.

Die moderne Lithografie ermöglicht die Herstellung sehr feiner Gitterstrukturen, die eine weitgehend unverfälschte Polarisation der Strahlung ermöglichen. Das Gitter weist dabei Mikrostrukturen unterschiedlicher Linienausrichtungen auf (beispielsweise zirkular gekrümmte, radiale bzw. sternförmige Mikrostrukturen), wodurch die Strahlung gleichzeitig in mehreren Schwingungsrichtungen auf eine vorzugsweise ebene Detektorfläche (z. B. eine an sich bekannte CCD-Matrix) projiziert werden kann. Auf diese Weise kann zur Auswertung ein in der Technik häufig verwendeter CCD-Kamerachip eingesetzt werden.

Durch diffraktive Ablenkung der Strahlung erfolgt zusätzlich eine spektrale Strahlaufspaltung und eine wellenlängenabhängige Projektion auf unterschiedliche Flächenbereiche des Detektors.

Mit der Intensitätsauswertung der auf den flächenhaft orts aufgelösten Detektor treffenden und lokal polarisationsbeeinflussten und farb abgelenkten Strahlung kann diese unmittelbar polarisations- und wellenlängenabhängig ausgewertet werden. Die Polarisationszustände für unterschiedliche Wellenlängenbereiche brauchen somit im Vergleich zum Stand der Technik nicht für die einzelnen Wellenlängen zeitlich nacheinander gemessen zu werden, sondern können bei der Momentanauswertung (in-situ-Messung) der Strahlung gemeinsam erfaßt werden. Die wellenlängenabhängige Beeinflussung der Strahlung zur Polarisationsmessung besteht nicht, wie bekannt, in der Farbfilterung der Strahlung, sondern in deren wellenlängenspezifischer Ablenkung. Die Gitter können zirkular oder polygonal ausgeführt sein. Zur optoelektronischen Strahl auswertung kann eine direkte Abbildung auf den Detektor oder eine Abbildung über eine Projektionsoptik erfolgen, wobei die Gitter an sich bzw. Gitter und Projektionsoptik baulich vereint sein können.

Es hat sich auch als vorteilhaft erwiesen, wenn vor der orts aufgelösten Polarisation durch das mikrostrukturierte optische Gitter zusätzlich die Phasenlage zwischen verschiedenen polarisierten Komponenten der Strahlung in einem oder mehreren Teilbereichen verändert wird. Hierzu sind insbesondere Elemente geeignet, die (ggf. bereichsreichsweise) die Eigenschaften von an

sich bekannten doppelbrechenden Phasenplatten aufweisen.

Die Erfindung soll nachstehend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 Prinzipanordnung eines Polarisationsgitters, eines spektralen Ablenkglitters und eines Detektors im Strahlengang der zu untersuchenden Strahlung ohne Projektionsoptik;

Fig. 2 Prinzipanordnung mit einer Projektionsoptik vor dem Detektor;

Fig. 3 Prinzipanordnung mit baulicher Vereinigung des spektralen Ablenkglitters und der Projektionsoptik;

Fig. 4 Prinzipanordnung mit baulicher Vereinigung des Polarisationsgitters und des spektralen Ablenkglitters;

Fig. 5 Prinzipanordnung mit einem geblazten spektralen Ablenkglitter;

Fig. 6 Prinzipanordnung mit baulicher Vereinigung des geblazten spektralen Ablenkglitters und der Projektionsoptik;

Fig. 7 Prinzipanordnung mit Einfügung eines Axicons zur Projektionsoptik;

Fig. 8—17 ausgewählte Gestaltungsmöglichkeiten für die Gitterstrukturen;

Fig. 18 Prinzipanordnung wie Fig. 1 mit einem zusätzlichen Gitter, dem eine doppelbrechende Phasenplatte vorgelagert ist;

Fig. 19 Prinzipanordnung wie Fig. 1 mit vorgelagertem Element, welches bereichsweise die Eigenschaft einer doppelbrechenden Phasenplatte besitzt.

In Fig. 1 ist der Prinzipaufbau der erfindungsgemäßen Anordnung dargestellt. Im Strahlengang einer Strahlung 1, deren Polarisationszustand für unterschiedliche Wellenlängenbereiche ermittelt werden soll, sind ein mikrooptisch strukturiertes Polarisationsgitter 2 (z. B. ein metallisches Gitter der Periode 220 nm), ein spektrales Ablenkgitter 3 und ein CCD-Kamerachip 4 angeordnet. Das Polarisationsgitter 2 und das spektrale Ablenkgitter 3 können u. a. zirkular oder polygonal ausgeführt sein. Beispiele für das Polarisationsgitter 2 sind in den Fig. 8 bis 17 gezeigt. Auf Grund dieser Mikrostrukturen unterschiedlicher Linienausrichtung wird die Strahlung 1 jeweils differenziert in ihrer Polarisation beeinflusst. Die lokal unterschiedlich polarisierte Strahlung 1 wird über das spektrale Ablenkgitter 3 auf den flächenhaft orts aufgelösten CCD-Kamerachip 4 projiziert, durch welchen die Strahlungsintensität ortsabhängig erfaßt wird. Von dem spektralen Ablenkgitter 3 (diffraktives Gitter) wird die durch das Polarisationsgitter 2 örtlich beeinflusste Strahlung zusätzlich wellenlängenabhängig mit einem Beugungswinkel abgelenkt. Es wäre im übrigen denkbar, das Polarisationsgitter 2 und das spektrale Ablenkgitter 3 in umgekehrter Reihenfolge anzuordnen. Entscheidend ist, daß die Strahlung 1 zur flächenhaft orts aufgelösten Intensitätsauswertung sowohl lokal unterschiedlich polarisiert als auch örtlich wellenlängenabhängig gebeugt wird.

Die Auswertung der Strahlungsintensität in Ortsabhängigkeit der Detektorfläche vom CCD-Kamerachip 4 gibt somit unmittelbar Auskunft über den polarisations- und wellenlängenabhängigen Augenblickszustand der Strahlung 1.

In Fig. 2 ist zusätzlich zu Fig. 1 vor dem CCD-Kamerachip 4 eine Projektionslinse 5 angeordnet, welche die örtlich in Schwingungsrichtung und Farbablenkung beeinflusste Strahlung 1 auf den CCD-Kamerachip 4 projiziert.

Dadurch werden für jede Wellenlänge ein scharfer ringförmiger Fokus 6 auf den CCD-Kamerachip 4 abgebildet und eine gute Intensitätsausnutzung der Strahlung 1 bei der Auswertung erzielt. Gegebenenfalls kann dann auch der Abstand zwischen den Gittern 2, 3 und dem CCD-Kamerachip 4 vergrößert werden.

In Fig. 3 sind das spektrale Ablenkgitter 3 und die Projektionslinse 5 zu einem optischen Element 7 zusammengefaßt. Fig. 4 zeigt die bauliche Vereinigung der beiden zirkular oder polygonal ausgeführten Gitter 2, 3 zu einem optischen Element 8 mit einer entsprechend zirkularen oder polygonalen Beugungsfigur.

Zur Verbesserung der Beugungseffizienz ist es möglich, das spektrale Ablenkgitter 3 in an sich bekannter Weise als geblaztes diffraktives Gitter 9 auszuführen (Fig. 5), wobei dieses, wie in Fig. 6 dargestellt, gemeinsam mit der Projektionslinse 5 zu einer ringförmigen off-axis-Zylinderlinse 10 zusammengefaßt werden kann.

Die zur Farbaufspaltung verwendete erste (und höhere) Beugungsordnung des spektralen Ablenkglitters 3 entstehen unter einem gewissen Winkel zur optischen Achse der Anordnung. Da die Detektorfläche bei CCD-Chips begrenzt ist, könnte das unter Umständen zu Problemen bei der Detektion führen. Fig. 7 zeigt, wie durch Einfügen eines an sich bekannten Axicons 11 der Winkel, unter dem die Beugungsordnungen zur optischen Achse entstehen, verändert werden kann, was zu einer besseren Flächenausnutzung des CCD-Kamerachips 4 führt.

In den Fig. 8 bis 17 sind Beispiele ausgewählter Mikrostrukturen unterschiedlicher Linienausrichtungen für das Polarisationsgitter 2 dargestellt, um die Strahlung 1 jeweils ortsabhängig unterschiedlich zu polarisieren.

Fig. 8 zeigt zwei quadratförmige Flächen 19, die Mikrostrukturen 12, 13 mit linearer Ausrichtung in zwei unterschiedlichen Richtungen aufweisen.

In Fig. 9 sind zirkuläre Mikrostrukturen 14 dargestellt, d. h. die Gitterlinien sind konzentrische Kreise, deren Radiusdifferenz der Gitterperiode entspricht.

Fig. 10 zeigt radiale bzw. sternförmige Mikrostrukturen 15, d. h. die Gitterlinien verlaufen vom Mittelpunkt ausgehend radial nach außen.

In Fig. 11 sind eine polygonale Mikrostrukturen 16 dargestellt, d. h. die Gitterlinien sind Polygone beliebiger aber konstanter Eckenzahl mit gleichem Mittelpunkt.

Fig. 12 bis 14 zeigen Flächenfüllungen unterschiedlicher Art, wobei diese mit Mikrostrukturen unterschiedlicher Ausrichtungen gefüllt sind (kreisringförmige Flächen 17 in Fig. 12, wabenförmige Flächen 18 in Fig. 13 und beliebig begrenzte Flächen 20 in Fig. 14).

Die Fig. 15 bis 17 zeigen "patchwork"-artige Kombinationen von Flächen mit unterschiedlichen Gitterausrichtungen. Die Flächen können rechteckförmig (Fig. 15 und 17) oder kreisförmig (Fig. 16) gestaltet sein.

Soll mit dem Polarisimeter eine Unterscheidung zwischen elliptisch polarisiertem Licht einerseits und einer Mischung aus linear polarisiertem und unpolarisiertem Licht andererseits durchgeführt werden, so ist es zweckmäßig, die bisher beschriebenen Anordnungen (Fig. 1 bis 7) zu erweitern. Wie Fig. 18 zeigt, wird in den Strahlengang neben dem Polarisationsgitter 2 ein weiteres gleichartiges Polarisationsgitter 2a eingefügt, vor dem eine doppelbrechende $\lambda/4$ -Phasenplatte 21 angeordnet ist. Diese bewirkt eine Veränderung des Polarisationszustandes des einfallenden Lichts, die bei der orts aufgelösten Polarisation durch das Polarisationsgitter 2a eine

Veränderung der einzelnen transmittierten Intensitäten bewirkt. Aus dem Vergleich der beiden mit dem CCD-Kamerachip 4 aufgenommenen Bilder (mit bzw. ohne doppelbrechende $\lambda/4$ -Phasenplatte 21) kann die o.g. Unterscheidung zwischen verschiedenen Polarisationszuständen getroffen werden.

Die in Fig. 18 beschriebene Anordnung kann auch verändert werden, indem sich im Strahlengang vor dem spektralen Ablenkgritter 3 nur das Polarisationsgitter 2 befindet und vor diesem ein Element 22, das nicht vollständig, sondern nur bereichsweise die Eigenschaften einer doppelbrechenden $\lambda/4$ -Phasenplatte aufweist (Fig. 19). Das Element 22 besitzt zwei Bereiche unterschiedlicher Phasenverschiebung, wobei verschiedene polarisierte Komponenten der Strahlung 1 in einem ersten Bereich 23 um den Betrag $\lambda/4$ phasenverschoben werden, während die Strahlung 1 einen zweiten Bereich 24 ohne derartigen Phasenversatz passiert.

Es wäre denkbar (in der Zeichnung nicht dargestellt), das Element 22 mit mehreren dieser Bereiche 23, 24 zu realisieren, wobei die erfindungsgemäße Wirkungsweise nicht auf eine $\lambda/4$ -Phasenverschiebung beschränkt ist. Die Anordnung gemäß Fig. 19 ermöglicht somit ebenfalls eine vorgenannte Unterscheidung zwischen verschiedenen Polarisationszuständen. Im Vergleich zur Anordnung nach Fig. 18 sind die Ausnutzung der Lichtintensität verbessert sowie der Flächenbedarf reduziert.

Bezugszeichenliste

- 1 Strahlung
- 2, 2a Polarisationsgitter
- 3 spektrales Ablenkgritter
- 4 CCD-Kamerachip
- 5 Projektionslinse
- 6 ringförmiger Fokus
- 7, 8 optisches Element
- 9 geblatztes diffraktives Gitter
- 10 ringförmige off-axis-Zylinderlinse
- 11 Axicon
- 12—16 Mikrostrukturen
- 17—20 Flächen unterschiedlicher Linienausrichtung der Mikrostrukturen
- 21 doppelbrechende Phasenplatte
- 22 Element
- 23, 24 Bereiche der doppelbrechenden Phasenplatte

Patentansprüche

1. Verfahren zur Auswertung des wellenlängenabhängigen Polarisationszustandes einer Strahlung, bei dem die Strahlung in ihrer Polarisation und Wellenlänge beeinflusst sowie anschließend in ihrer Intensität gemessen und ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlung ortsabhängig sowohl in unterschiedlichen Schwingungsrichtungen mikrooptisch polarisiert als auch wellenlängenabhängig aufgespalten wird und daß die Intensität der lokal in Schwingungsrichtung und Farbablenkung beeinflussten Strahlung ebenfalls ortsabhängig erfaßt und ausgewertet wird.
2. Anordnung zur Auswertung des Polarisationszustandes einer Strahlung, bei der im Strahlengang ein optisches Polarisationsgitter, ein optisches Element zur Wellenlängenbeeinflussung und ein Strahlungsdetektor angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Polarisationsgitter (2) vorzugsweise lithografisch hergestellte Mikrostruktu-

ren (12, 13) unterschiedlicher Linienausrichtungen aufweist, daß als optisches Element zur Wellenlängenbeeinflussung ein an sich bekanntes spektrales Ablenkgritter (3) für eine Wellenlängenaufspaltung eingesetzt wird und daß als Strahlungsdetektor ein flächenhaft orts aufgelöster Detektor (4) verwendet wird.

3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Polarisationsgitter (2) zirkular gekrümmte Strukturen (14) aufweist.

4. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Polarisationsgitter (2) radiale bzw. sternförmige Strukturen (15) aufweisen.

5. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Polarisationsgitter (2) mindestens zwei, beliebig gestaltbare Flächen unterschiedlicher Linienausrichtung der Mikrostrukturen, wie beispielsweise Sektoren (16), Ringe (17), Waben (18), Quadrate (19) oder beliebig begrenzte Bereiche (20) besitzt.

6. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Detektor eine an sich bekannte CCD-Matrix (4) verwendet wird.

7. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Detektor (4) eine Projektionsoptik (5) angeordnet ist.

8. Anordnung nach Ansprüchen 2 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Polarisationsgitter (2), das spektrale Ablenkgritter (3) und die Projektionsoptik (5) teilweise oder vollständig baulich vereint sind.

9. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das spektrale Ablenkgritter (3) als geblatztes Gitter (9) ausgeführt ist.

10. Anordnung nach Ansprüchen 7 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß das geblatzte Gitter (9) und die Projektionsoptik (5) baulich vereint sind.

11. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Detektor (4) ein Axicon (11) eingefügt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß vor der gleichzeitigen Polarisation in mehreren Schwingungsrichtungen zusätzlich die Phasenlage zwischen verschiedenen polarisierten Komponenten der Strahlung in einem oder mehreren Teilbereichen verändert wird.

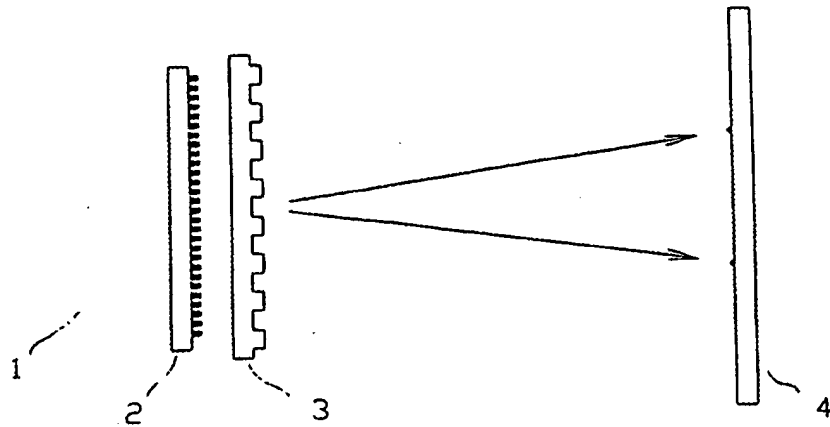
13. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang mindestens ein weiteres Polarisationsgitter (2a) angeordnet ist, das ebenfalls Mikrostrukturen unterschiedlicher Linienausrichtungen aufweist und dem mindestens eine an sich bekannte doppelbrechende Phasenplatte (21) vorgelagert ist.

14. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang vor dem Polarisationsgitter (2) zusätzlich mindestens ein Element (22) angeordnet ist, das bereichsweise die Eigenschaften einer an sich bekannten doppelbrechenden Phasenplatte besitzt.

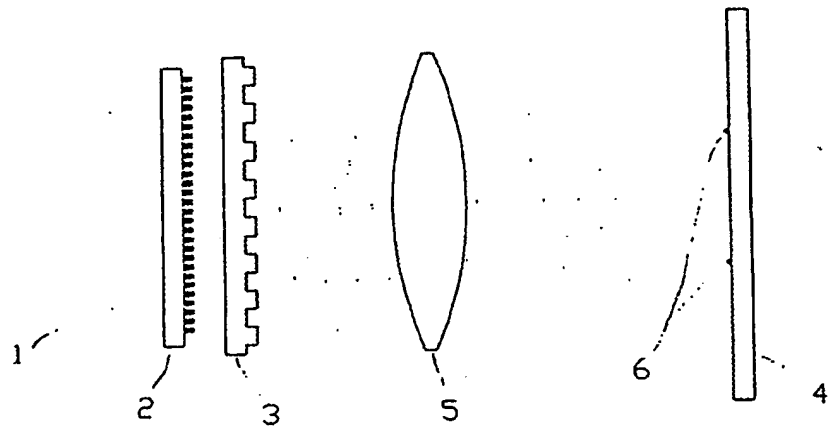
Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

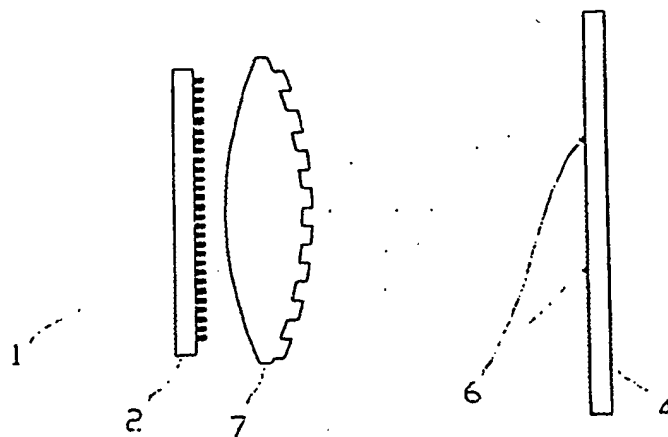
Figur 1



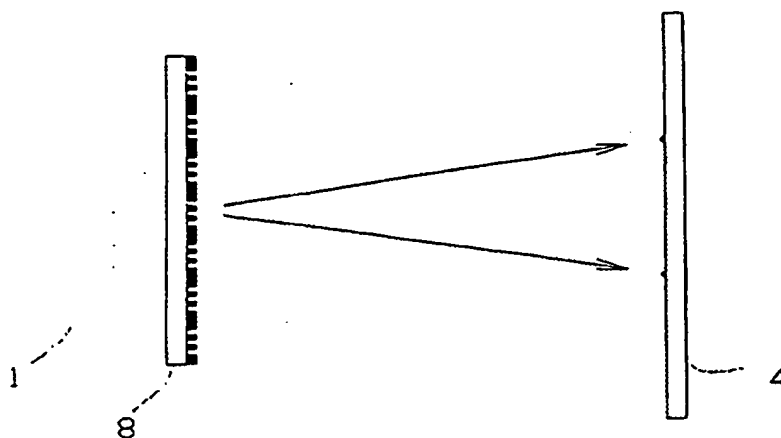
Figur 2



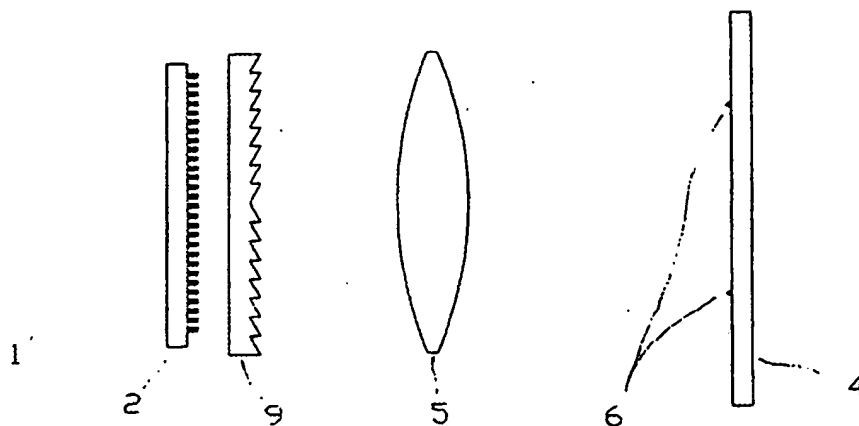
Figur 3



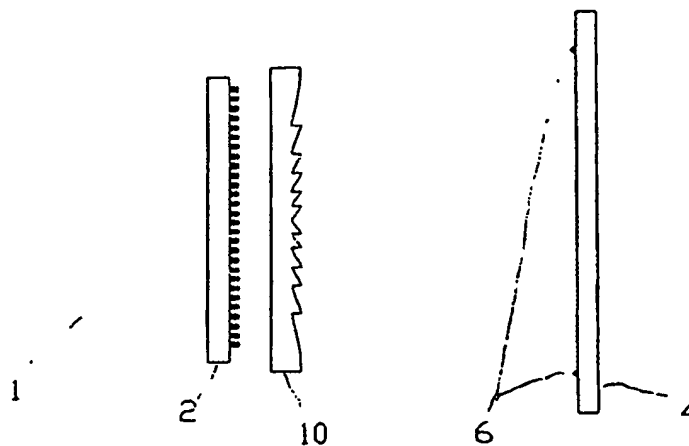
Figur 4



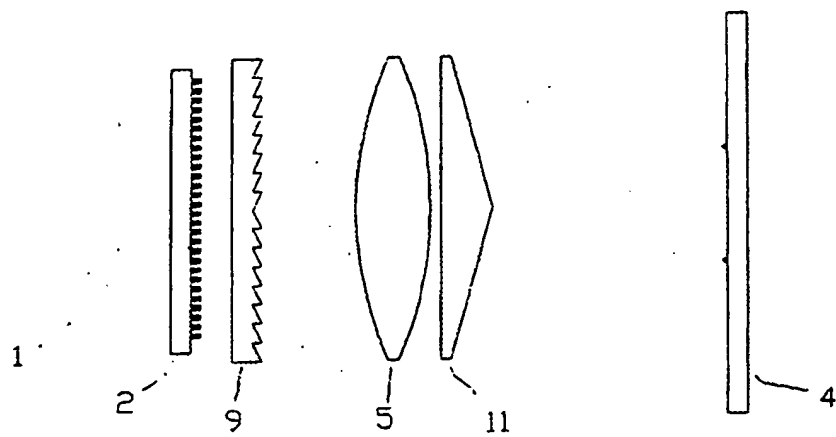
Figur 5

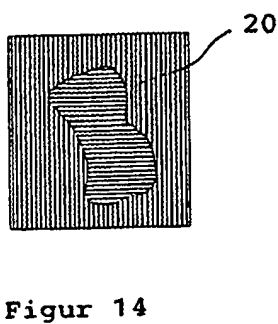
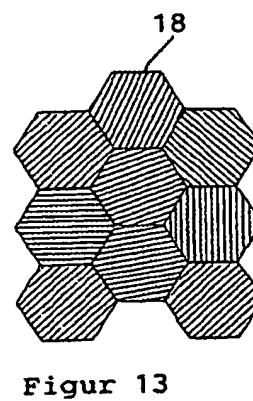
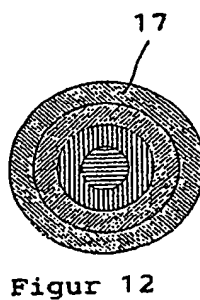
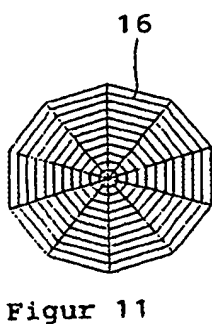
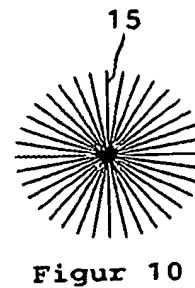
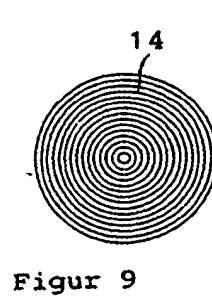
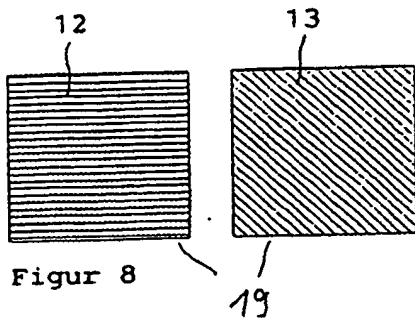


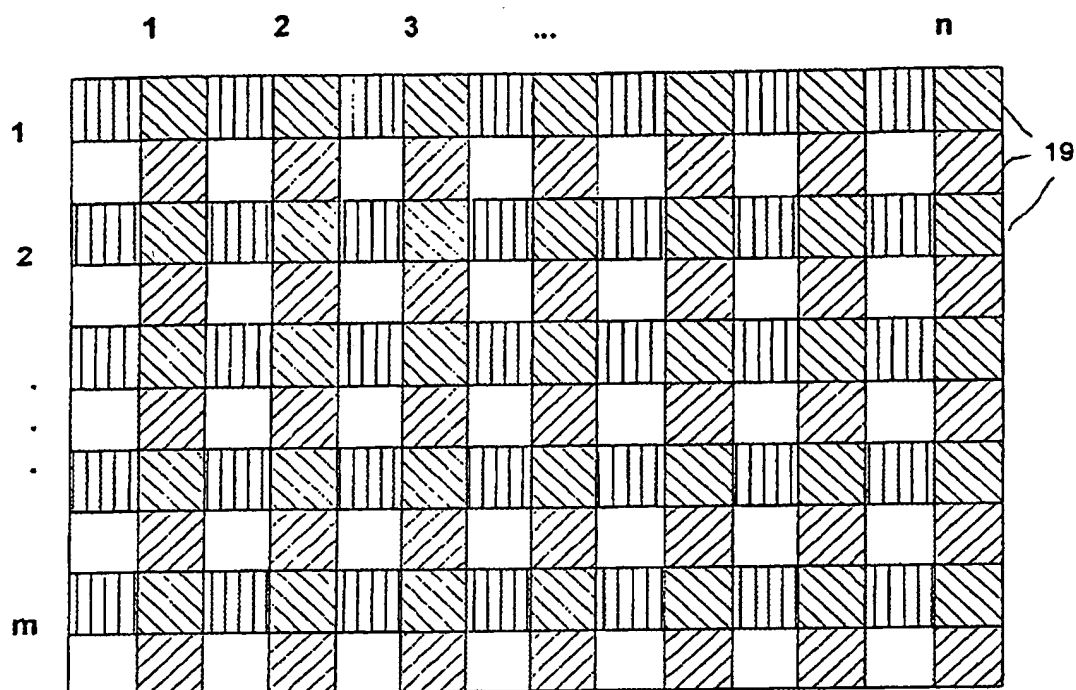
Figur 6



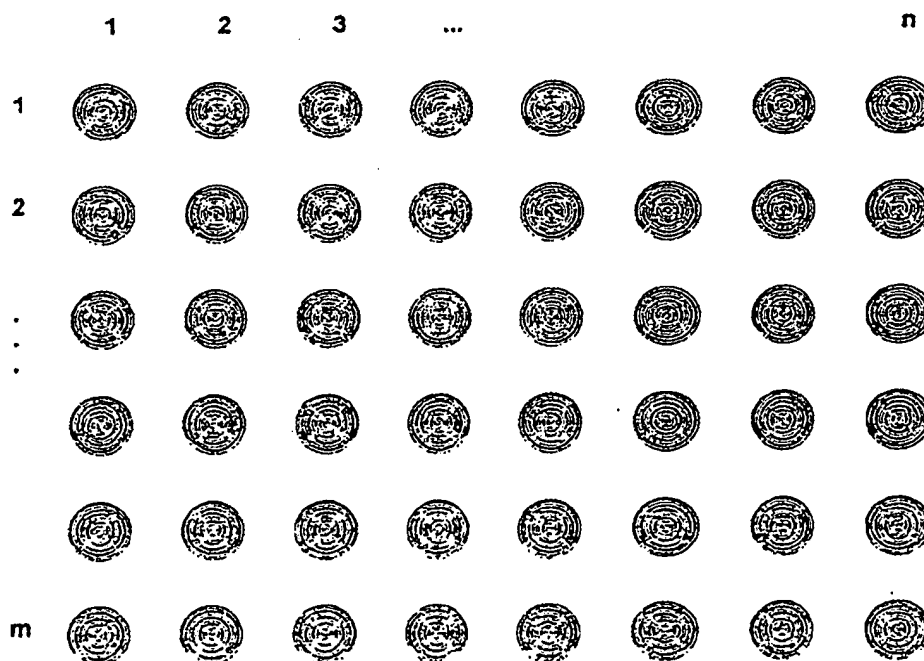
Figur 7



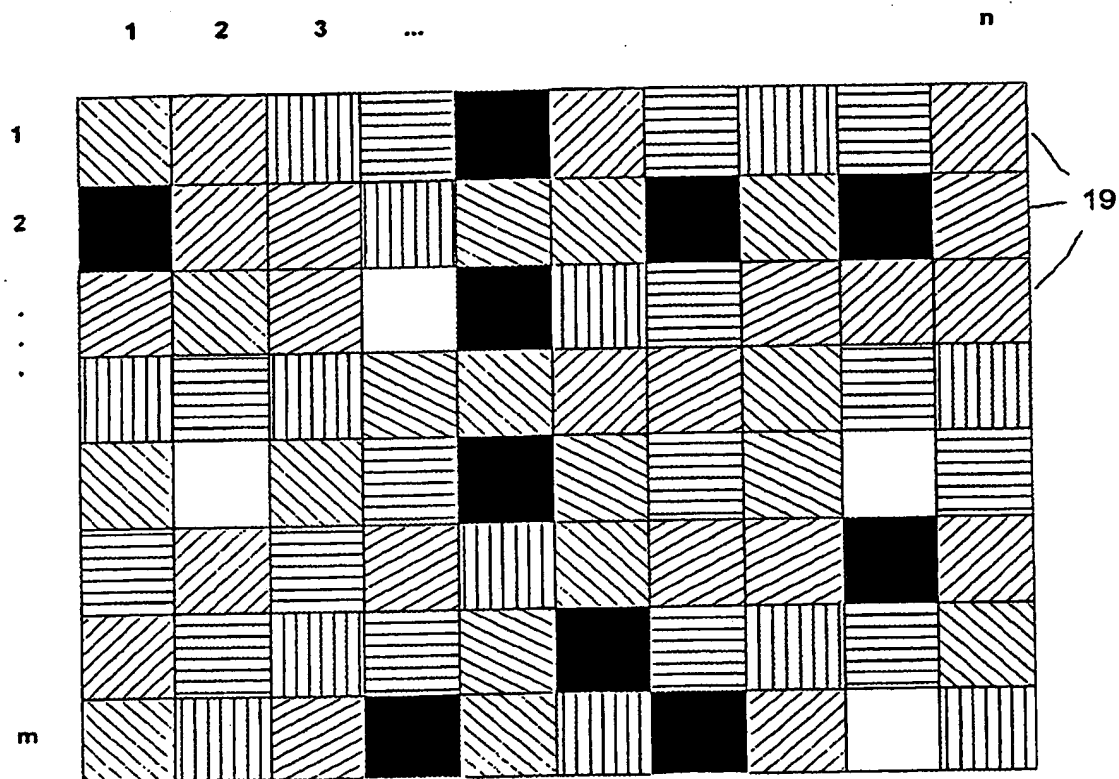




Figur 15



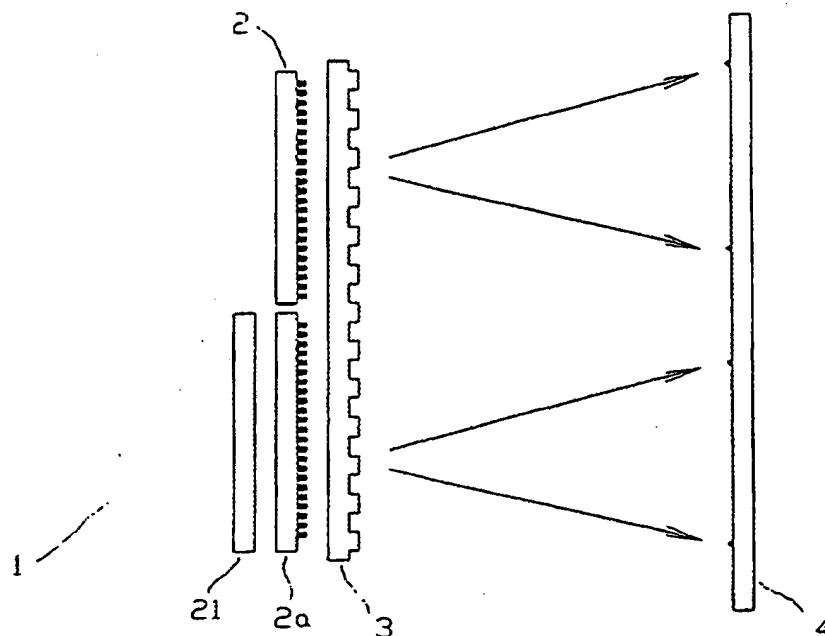
Figur 16



Figur 17

Best Available Copy

Figur 18



Figur 19

